

ENGINEERING SCIENCES

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭКСТРАКТА ЧАЙНОГО ЛИСТА, ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ЛЕНКОРАНСКО-АСТАРИНСКОГО РЕГИОНА АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

диссертант *М. М. Джахангиров,*

Ленкоранский Государственный Университет, Азербайджан, Ленкорань

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30122019/6823

ARTICLE INFO

Received: 18 October 2019

Accepted: 20 December 2019

Published: 30 December 2019

KEYWORDS

tea leaf,
extraction,
process,
enrichment,
temperature,
viscosity,
hydromodule.

ABSTRACT

The object of the study has been a fresh leaf of green tea grown in the Lenkoran-Astara zone of the Republic of Azerbaijan, dried green and black tea and liquid and dry extract based on them. In order to study the effect of technological parameters on extractiveness, the following factors have been selected: temperature, extraction time, hydraulic module (ratio of raw material to extractant). The density of the obtained extract has been determined by the pycnometer method, the viscosity by viscometers of various diameters, and the dry matter content by the refractometric method. The results of experimental studies show that the optimum conditions for the transition of the maximum amount of extractive substances to a solvent during the extraction of black and green tea with water are 363.15 K, the extraction time is 180-200 min, and the ratio of raw material to extractant (hydraulic module) is 1:20.

Citation: М. М. Джахангиров. (2019) Vliyanie Processa Ekstrakcii na Fiziko-Himicheskie Svoystva Ekstrakta Chajnogo Lista, Vyrashchennyh v Usloviyah Lenkoransko-Astarinskogo Regiona Azerbajdzhanskoj Respubliki. *World Science*. 12(52), Vol.1. doi: 10.31435/rsglobal_ws/30122019/6823

Copyright: © 2019 **М. М. Джахангиров.** This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Введение. В связи с развитием техники и технологий в последнее время пищевые продукты часто подвергаются очищению и рафинированию, что приводит к уменьшению или полностью исчезновению в рационе человека ценных питательных веществ. Именно это приводит к дефициту ценных питательных веществ и возникновению ряда патологических состояний в организме как взрослых людей, так и подростков и детей [1, с.10-12].

Один из самых важных и эффективных способов устранения всех этих недостатков-обогащение пищевых продуктов рядом важных физиологических веществ [2, с.79].

Одной из быстрорастущих отраслей промышленности, в последние годы является хлебопекарная, кондитерская, пищекокцентратная производства, производство продуктов быстрого приготовления, диетического и детского питания, которые производят продукты, обогащенные витаминами, минеральными веществами и другими физиологически активными нутриентами для всех слоев населения [2, с.79-81; 3, с. 94-97].

Мониторинг структуры ассортимента продукции и изделий, производимых этими отраслями промышленности, показывает, что здесь достаточно широки перспективы проектирования и производства многих новых продуктов питания, состав которых может сбалансирован и обогащен физиологически активными нутриентами. Преимущества перспективы проектирования и

производства новых продуктов, обогащенных и сбалансированных по составу, — это доступность для широких слоев населения и наличие возможности легкого обогащения физиологически активными веществами, имеющими особое значение для здоровья людей [2, с.83; 4, с.26-27].

Одним из перспективных и экономически выгодных направлений является расширение использования биологически активных добавок, так называемых натуральных биокорректоров как веществ, наиболее интенсивно влияющих на физиологические процессы человека и в конечном счете на состояние здоровья населения.

Возможным и рациональным способом повышения биологической ценности пшеничной муки и теста считается в настоящее время ее фортификация за счет природных растительных добавок- плодовоовощных концентратов, различных напитков, пюре, экстрактов и порошков, полученные из растительного сырья, в т. ч. чайного растения [2, с.82].

Хотя химический состав чая в современном мире не изучен полностью, считается, что в его составе более 300 химических соединений. Соотношение этих соединений очень уникальный, не может быть заменено каким-либо растением. В составе чая содержится до 52% нерастворимых в воде веществ (целлюлоза, белки, жиры, хлорофильные пигменты, пектины, крахмал и др.), а также растворимые в воде вещества (простые фенолы, окисляющие и неокисляющие полифенолы, сахара, аминокислоты, витамины, минералы и др.), также есть кофеин. В то же время по нашим данным [5, с.26-29; 6, с.75-82] и по данным других авторов [3, с.94-97; 7, с.478; 8, с.10; 9, с.23-28; 10, с. 58-60]. в составе чая содержится 18 аминокислот, более 20 макро - и микроэлементов, до 100 ароматических соединений (эфирные масла, политерпены, монотерпены, секвитерпены и др.), 30 полифенолов (катехины, галловая кислота и т.д.), пигменты (хлорофил, каротин, ксантофил, тиофлавин, теарубигин и др.), пуриновые алкалоиды (кофеин, теобромин, теофиллин, диуретин), смолы, органические кислоты (лимонная, яблочная, щавелевая и др.), более 10 ферментов (полифенолоксидаза, каталаза, пероксидаза, инвертаза и др.). В зеленом чае в 6 раз больше витамина С, чем в черной смородине, в 4 раза больше, чем в мандарине. По витаминам группы Р у него нет аналога. Он богат микроэлементами, в том числе и цинком. Чем больше количество танина в составе чая, тем более выражен его терпкий и вяжущий вкус.

Использование экстракта чая, различных чайных напитков и чайного порошка в качестве витаминно- минерального дополнения отвечает современным требованиям науки о пище, регулирования и обогащения химического состава многих пищевых продуктов, в том числе хлебобулочных и кондитерских изделий, пищевых продуктов быстрого приготовления, концентратов, детского и диетического питания и, таким образом, способствует обогащению продуктов и позволяет заменить продуктов химического синтеза, искусственных ароматизаторов и красителей природными компонентами.

При получении чайного экстракта происходят теплообменные процессы, влияющие на физико-химические показатели экстракта [2, с. 110-112; 11, с. 30-31].

Поэтому в настоящее время особое значение имеет исследование физико-химических и теплофизических свойств в процессе производства чайных экстрактов, напитков и настоек, обладающих высокими физиологическими и органолептическими свойствами.

Объекты и методы исследования.

В качестве объекта исследования использовался свежий лист зеленого чая, выращенные в Ленкорано- Астаринской зоне Азербайджанской Республики, сушеный зеленый и черный чай, жидкий и сухой экстракт на их основе.

Качество чая было определено в соответствии с ГОСТ 1939-90 "Упакованный зеленый байховый чай" и ГОСТ 1938-90 "Упакованный черный байховый чай". Для более полной оценки качества чая определяются следующие показатели: количество экстрактивных и дубильных веществ, кофеина и минеральных веществ.

Экстракция осуществлялась путем инфузии, периодически помешивая в стеклянной колбе. Чайные листья, размолотые до 2 мм, экстрагированы с использованием воды в качестве универсального экстрагента. По завершении процесса экстракции сырье процеживают, отжимают, высушивают до получения постоянного веса и определяют экстрактивность. Чтобы изучить влияние технологических параметров на экстрактивность, были выбраны следующие факторы: температура, продолжительность экстракции, гидромодуль (соотношение сырье и экстрагента). Полученные экстракты были проанализированы в экспериментальных исследованиях в соответствии с методикой, описанной в [2, с.119]. Так, плотность полученного

экстракта была определена методом пикнометра, вязкость-вискозиметрами различного диаметра, а содержание сухого вещества (СВ) - рефрактометрическим методом.

Результаты эксперимента и обсуждение.

Для лучшего изучения характера исследуемого продукта мы изучаем как химические, так и физико-химические показатели исследуемого сырья и экстракта.

Физическая сущность процесса экстрагирования заключается в переходе извлекаемых веществ из одной фазы (твердой или жидкой) в фазу жидкого экстрагента при их взаимном соприкосновении. Процесс экстрагирования управляется: общими законами массопередачи, в частности законами диффузии и равновесного распределения; свойствами растительной ткани; физико-химическим свойством растворителя и извлекаемого вещества.

Чтобы получить объективную информацию о качестве полученных экстрактов, нами исследовано влияние температуры, длительности процесса экстракции и соотношение компонентов системы на физико-химические показатели экстракта чая черного и зеленого.

В целом, температура экстракции изучалась в интервале 303,15 - 368,15 К, продолжительность экстракции 10-420 мин, гидромодуль (соотношение сырья: воды) 1:5 - 1: 50.

Температура является одним из важных параметров, влияющих как на химическую, так и на физическую характеристику исследуемого объекта. Поэтому нами изучалась влияние температуры на физико-химические показатели чайного экстракта, полученные результаты показаны на рисунках 1-3.

Как видно из рис. 1, повышение температуры экстрагента приводит к повышению концентрации извлекаемого сухого вещества (СВ). Так, во время экстракции зеленого чая при повышении температуры с 303,15 К до 343,15 К концентрация СВ увеличилась на 0,8%, а при повышении до 368,15 К на 1,36%. А во время экстракции черного чая увеличение уже составляет 0,9 и 1,5% соответственно. Это также свидетельствует о повышении относительной плотности и приводит к тому, что в результате ускорения скорости химических реакций, увеличивается переход СВ в экстрагент. В результате экстрактивность черного чая возрастает на 4,9%, зеленого - на 5,0% (рис. 2).

Как видно из рис. 2, если с повышением температуры экстрактивность зеленого чая постепенно увеличивается, то при экстракции черного чая при температуре 353,15 К экстрактивность достигает максимума- 29,8%, а с дальнейшим повышением температуры экстрактивность постепенно уменьшается и при температуре 368,15 К опускается до 27,5%.

Значит, горячая вода способствует лучшему разрыву клеточных стенок чайных листов и лучшему отделению внутриклеточных жидкостей и тем самым улучшает течение диффузионного процесса [1, с. 94-96; 12, с. 6 9-72].

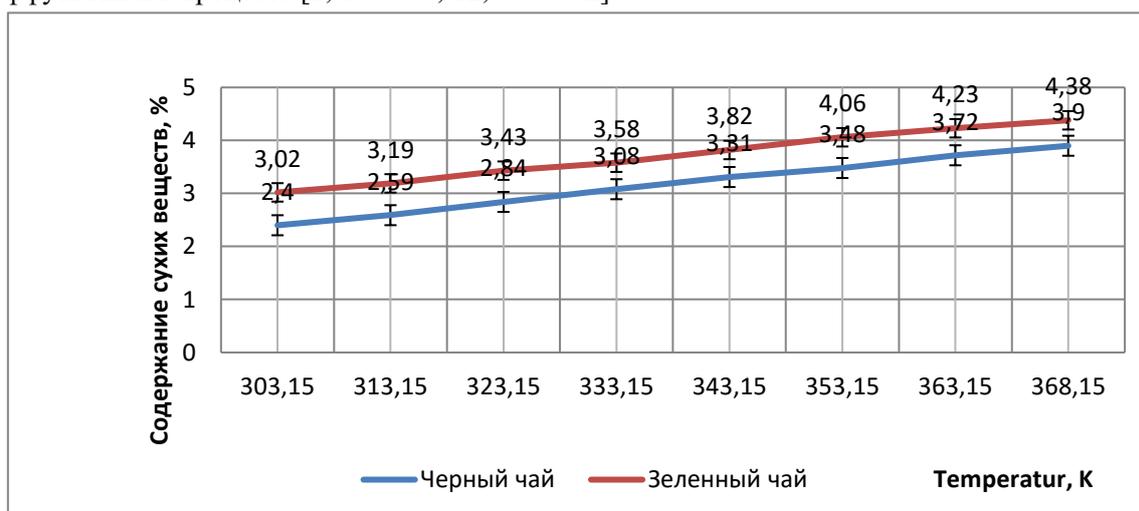


Рис. 1. Зависимость содержания массовой доли сухого вещества в экстракте черного и зеленого чая от температуры

Известно, вязкость жидкостей, в том числе чайного экстракта является важнейшим теплофизическим свойством продуктов и играет важнейшую роль при протекании технологических процессов. Поэтому нами изучена зависимость вязкости от температуры на

экстракции. Как видно из рисунка 3 коэффициент вязкости увеличивается с ростом температуры до 353,15 К. С повышением температуры от 353,15 К вязкость экстракта уменьшается и опускается ниже, чем при температуре 303,15К. Это, на наш взгляд, связано тем, что в состав чайного экстракта входят растворы полифенольных веществ, которые содержат ионизированные группы, создающие силы взаимодействия- отталкивания молекул.

Эти силы уменьшают плотность молекул и повышают вязкость экстракта с повышением температур, повышают способность молекулярных цепей высокомолекулярных соединений (полифенолов) к более энергичным вибрациям и при этом уменьшают вязкость.

Одной из причин изменения коэффициента кинематической вязкости является межмолекулярное взаимодействие составных частей экстракта чая, в том числе водорастворимых и водонерастворимых соединений, а форма межмолекулярной связи – химическим составом и энергией активации чайного экстракта.

Расчёт энергии активации чайного экстракта показал, что при более высоких температурах энергии активации уменьшается, что соответствует закономерностям молекулярной физики. При нагреве экстракта чая объем его увеличивается, то есть увеличивается расстояние между частицами, а также координационное число, что способствует уменьшению энергии активации [2,; 11, с. 30-31; 13, с.111-116].

Отсюда следует, что при повышении температуры увеличивается скорость молекулярной диффузии за счет увеличения скорости кинетической энергии молекул и снижения вязкости экстракта (воды).

Однако, следует отметить, что повышение температуры выше 368,15 К вызывает очень значительное разрушение полифенольных веществ, которыми богат чайный экстракт. В работе [14, с. 26-28] показано, что более низкие температуры лишь незначительно снижают количество полифенолов в экстракте из растительного сырья, тогда как более высокая температура до 368,15К значительно снижает этот показатель.

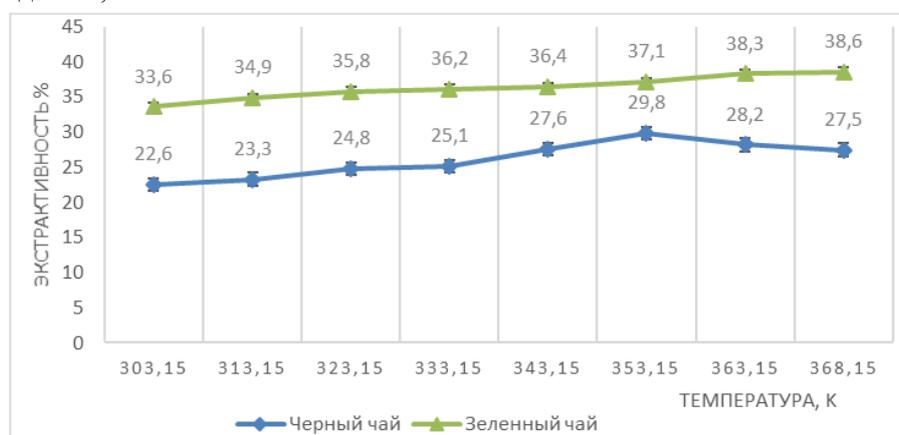


Рис.2. График зависимости экстрактивности от температуры в экстракте черного и зеленого чая



Рис. 3. График зависимости вязкости от температуры чайного экстракта

Поэтому мы считаем целесообразным проводить экстракцию при температуре не выше 368,15К. Потому что при этой температуре происходит максимальный выход экстрактивных веществ.

В то же время, чтобы определить оптимальный режим процесса экстракции, необходимо учитывать время экстракции. Для этого необходимо установить зависимость выхода экстрактивного вещества от времени экстракции. При этом приняты следующие условия экстракции: температура- 363,15К и гидромодул (соотношение сырье: вода) 1: 15. График зависимости концентрации экстракта черного и зеленого чая от продолжительности экстракции показан на рисунке 4.

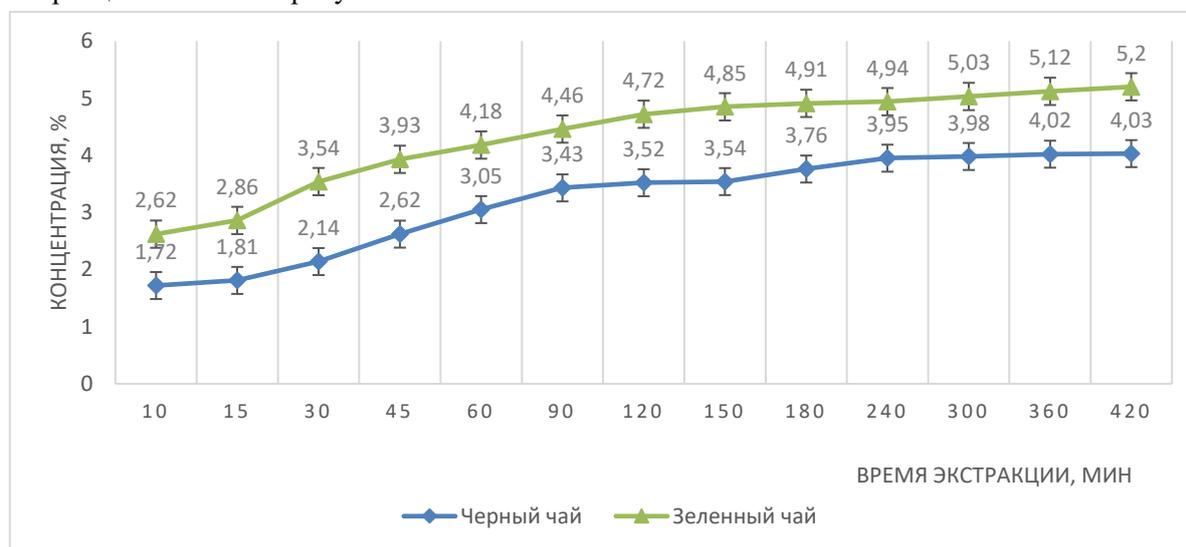


Рис. 4. График зависимости концентрации экстракта чая от продолжительности экстракции

Как видно из рис. 4 с увеличением продолжительности экстракции также увеличивается концентрация экстракта, т.е. количество выделяемого растворимого сухого вещества. После 90-минутной экстракции заметных изменений в физических показателях, таких как динамическая вязкость и относительная плотность, не наблюдается. После 90 минутного извлечения растворимых сухих веществ, значимых изменений на физические и физико-химические показатели, такие как плотность, вязкость, концентрация растворимого сухого вещества и экстрактивность наблюдается незначительно. Это связано с переходом веществ из трудноизвлекаемых мест клеток чайного листа, что приводит к снижению скорости перехода экстрактивных веществ в экстрагент. После 180-200 минутного продолжительности экстракции состав экстракта изменяется слабо, поэтому нецелесообразно проводить процесс экстракции более 200 минут. Также следует отметить, что длительный процесс экстракции приводит к тому, что балластные вещества все больше переходят в воду, что отрицательно сказывается на получении высококачественного экстракта. При этом возникает необходимость очищать такой экстракт от балластов (нерастворимых) веществ. Потому, что коллоидные части в растворе препятствуют как осуществлению технологических процессов при испарении жидкой фазы, так и снижению качества готовой продукции [1, с.184, 210]. Поэтому для получения высококачественного готового продукта возникает необходимость очистки экстракта, что приводит к дополнительным затратам и удлинению технологических процессов. Учитывая изложенного, для оптимального условия перехода экстрактивных веществ в воду, продолжительность экстракции листьев черного и зеленого чая нами рекомендован в интервале 180-240 мин в зависимости от качества и срока сбора чайных листьев.

Соотношение компонентов системы, то есть воды с чайным листом, является важным показателем, характеризующим качество продукции. Потому, что разность концентраций экстрагента и внутриклеточного сока — это движущая сила процесса диффузии. Поэтому, именно с учетом этого нами изучено влияние гидромодуля на физико-химические показатели чайного экстракта. При этом нами приняты следующие параметры процесса: температура экстракции- 363,15К, продолжительность экстракции- 90 мин. Результаты эксперимента показаны на рисунках 5 и 6.

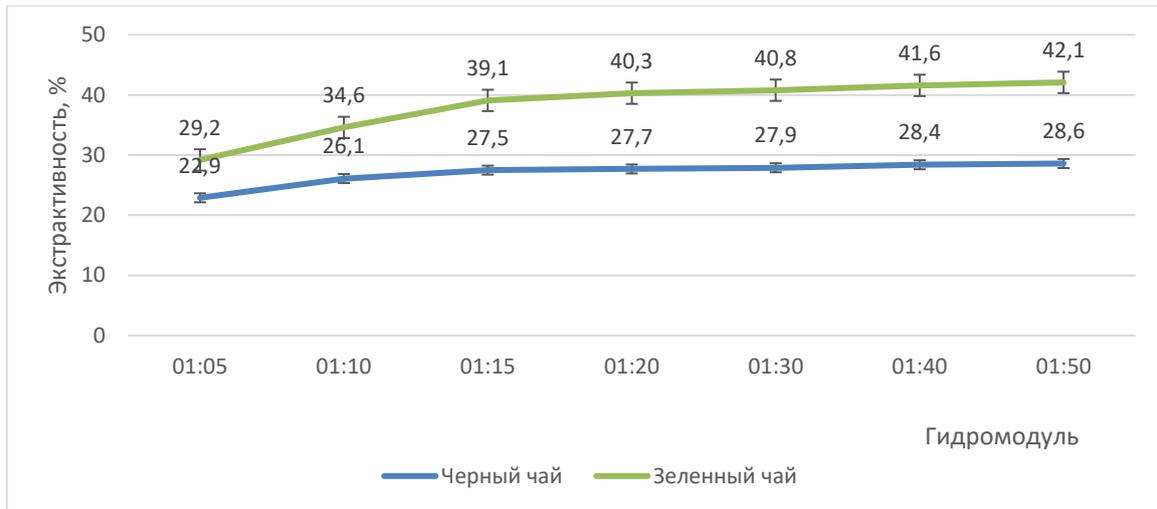


Рис. 5. Зависимость экстрактивности от гидро модуля (сырье: вода)

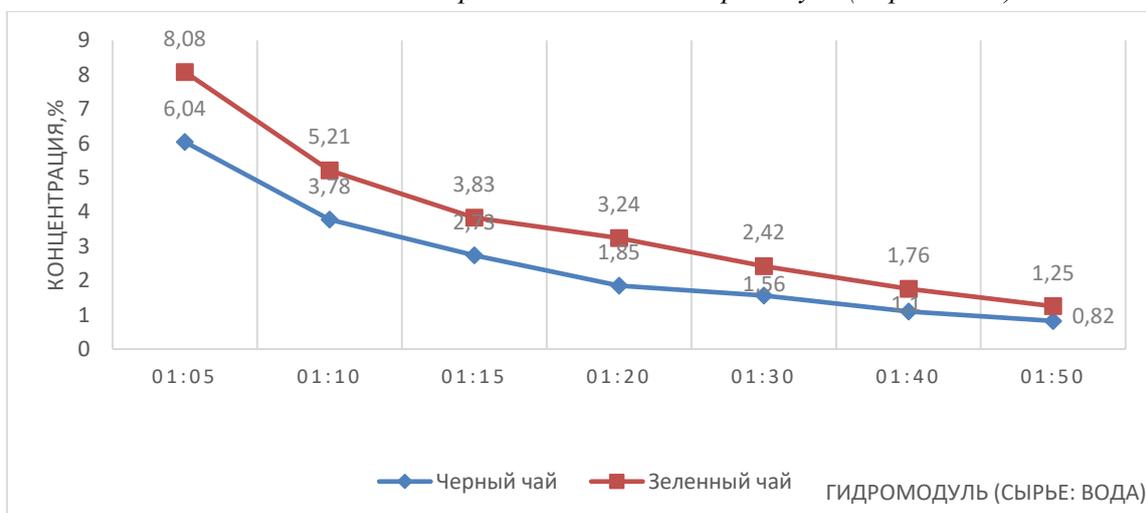


Рис. 6. Зависимость концентрации чайного экстракта от гидро модуля

Как видно из рис.5, при росте гидро модуля экстрактивность черного чая увеличивается на 5,7%, а зеленого- на 12,9%. Это были значительные изменения, объясненные законом о массообмене [15, с. 273-276], так как разница в концентрации первичного сока и экстрагента способствует увеличению перехода растворимых веществ в экстрагент и продолжается до равновесия экстрактивных веществ первичного сока и экстрагента. Потому, что разница в концентрации — это движущая сила процесса диффузии.

В то же время количество растворимого сухого вещества уменьшается в черном чае на 5,22%, а в зеленом чае -на 6,83%, в связи с чем показатели относительной плотности и вязкости снижаются. Таким образом, количества расхода растворителя может определяться в зависимости от затрат на сгущение веществ, извлеченных из сырья. При этом не следует упускать из виду фактора испарения сухого вещества до заданной концентрации.

Известно, что для выбора рационального режима экстракции немаловажным является и выбор технологических режимов сгущения экстракта [1, с.184; 15, с.273-276]. Так как затраты на сгущение экстракта должны быть экономически и технологически приемлемыми. Значит, чем ниже гидро модуль, тем экономичнее становится и процесс экстракции. Однако необходимо учитывать и тот факт, что экстракции биологически активных веществ из растительного сырья, следует произвести именно в таком гидро модуле, чтобы при этом были обеспечены оптимальные условия для их извлечения. [16, с. 161-164].

По результатам проведенных исследований и наблюдений, мы считаем целесообразным использование гидро модуля 1: 20. Так как этот гидро модуль является наиболее оптимальным вариантом извлечения из сырья ценных биологически активных веществ, он обеспечивает сгущение экстракта с минимальными затратами.

В то же время исследования показывают, что во время экстракции черного и зеленого чая изменяются физико-химические характеристики экстракта при изменении температуры, продолжительности экстракции и гидромодуля, что является одним из важных факторов при обработке и экстракции чайного листа. Так как они имеют особое значение для приобретения готовой продукции с высокими физико-химическими, биологическими и органолептическими свойствами, составления соответствующих технологических режимов и выбора оборудования.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что оптимальными условиями для перехода максимального количества экстрактивных вещества в растворитель при экстракции черного и зеленого чая с водой являются температура 363,15 К, продолжительность экстракции 180-200 мин и соотношение сырья с экстрагентом (гидромодуль) 1:20.

Полученное в результате экстракции раствор высушивают при температуре около 333,15К. Выбор температуры проводится с целью сохранения большего количества БАВ, содержащихся в экстракте. Потому что под воздействием более высоких температур происходит расщепление ценных веществ в экстракте, особенно витаминов и экстрактивных веществ, что, в свою очередь, влияет на получение сухого экстракта с высокими физико-химическими, химическими, биологическими и органолептическими свойствами.

В экстракте сухого зеленого чая с влажностью 5,0 % обнаружено до 22,0 % дубильных веществ от сухого вещества, до 6,2% кофеина, до 12,5% минеральных веществ, а в экстракте черного чая - до 20,0% дубильных веществ от сухого вещества, до 9,7% кофеина и до 13,2% минеральных веществ. Полученные результаты свидетельствуют о росте концентрации биологически активных веществ (БАМ) в несколько раз. Так, применение метода экстракции и испарение влаги в полученном экстракте увеличивают содержание минеральных веществ в 2,5-2,8 раза.

Сухой экстракт чая или быстрорастворимый чайный порошок — это продукт с высокой биологической ценностью по уникальному химическому составу, отличному органолептическому показателю и благоприятному физиологическому воздействию организма [17, с.42-45; 18, с. 168]. Экстракт черного и зеленого чая содержит большое количество БАВ, которые хорошо растворяются как в горячей, так и в холодной воде, легко дозируются, обладают микробиологической чистотой, могут быть использованы в качестве натурального ароматизатора и красителя.

Выводы. Полученные чайные экстракты могут быть использованы в производстве алкогольных, безалкогольных и слабоалкогольных напитков, хлебобулочных, кондитерских изделий и т.д. в количестве 5-15% от исходного сырья. Это основано на органолептические показатели и повышении биологической ценности готовой продукции, частично ее дешевой стоимости и доступности для большинства слоев населения. Проведенные исследования позволяют получить натуральный и функциональный экстракт чая из черного и зеленого чая. Использование этих экстрактов способствует функциональному назначению безалкогольных и низкокалорийных напитков, пищевых концентратов, хлебобулочных и кондитерских изделий, продуктов быстрого приготовления и их использованию в лечебно-профилактических и диетических целях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Məhərrəmov M. Qida məhsulları texnologiyasının nəzəri əsasları. Bakı, 2012, 384 s.
2. Магеррамов М.А. Тепло и электрофизические свойства жидких пищевых продуктов. Detschland/Германия. Palmarium Academic Publishing, 2012, с.
3. Шендеров Б.А. Чай и кофе - основа для создания функциональных напитков и продуктов питания / Б.А. Шендеров, А.Ф. Доронин // Пиво и напитки. - 2004. - № 2. - с. 94 - 97.
4. Пучкова Л. И. Экстракт зеленого чая - источник биофлаваноидов в хлебобулочных изделиях функционального назначения/ Л. И. Пучкова, И. Г. Белявская, Ж. М. Жамукова//Хлебопечение России. - 204. - № 2. - С. 26 - 27.
5. Джахангиров М. М. Исследование химического состава и качества чая. Azərbaycan Texnologiya Universitetinin Elmi Xəbərləri. Gəncə, 2017, №1/23, s. 26-29.
6. Джахангиров М.М., Магеррамов М. А. Содержание аминокислотного состава и изменение теанина в чайных листьях, выращенных в условиях Азербайджанской Республики//Химия растительного сырья. 2018. №3. С.75–82. DOI:10.14258/jcprm.2018033415.
7. Quliyev F., R. Quliyev. Çayçılıq. Bakı, 2014, 559 s
8. Nuriyev Ə., Quliyev R. Çayın kimyası və emalının texnologiyası. Bakı, 2008, 122 s.

9. Лавренова Г.В. Лечение чаем. - СПб. :«Издательский Дом «Нева»», 1999. - 144 с.
10. Шендеров Б.А., А.Ф.Доронин. Перспективность функциональных напитков для различных групп населения на основе чая и кофе// Волшебный аромат чая и кофе. 1-я Международная специализированная выставка. - Москва, ВВЦ, 16-19.12. 2003, с. 58-60.
11. Сорокопуд А.Ф. Физико-химические свойства экстрактов плодов боярышника кроваво-красного и калины обыкновенной/ А.Ф. Сорокопуд, Н.В. Дубнина// Пиво и напитки.- 2008.- № 3,с. 30 - 31.
12. Ооржак, У. С. Исследование влияния технологических факторов на процесс извлечения экстрактивных веществ из листовенной губки/ У. С. Ооржак, В. М. Ушанова, С. М. Репях// Химия растительного сырья. - 2003. - № 1 С. 69 - 72.
13. Сорокопуд А.Ф. Исследование физико-химических свойств водных и водно-спиртовых экстрактов ирги и шиповника /А.Ф. Сорокопуд, П.П. Иванов // Химия растительного сырья. - 2002. - № 2 - С. 111 - 116.
14. Макарова Н.В. Влияние параметров пастеризации на антиоксидантную активность яблочно-черничного сока / Н.В. Макарова, А.В. Зюзина// Пиво и напитки. - 2011. - № 5. - С. 26 - 28.
15. Теория тепломассообмена: Учебник для технических университетов и вузов/ Под ред. А. И. Леонтьева.- 2-ое изд., испр. и доп. – М.: Изд-во М.:МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997.- 683 с.
16. Сорокопуд А.Ф. Влияние основных факторов на экстрагирование плодов лимонника/ А.Ф. Сорокопуд, А.С. Мустафина, К.С. Федяев// Химия растительного сырья. - 2012. - № 1, с.161-164.
17. Поверни Л. Д. Новая технология получения инстантного порошкового экстракта зеленого чая //Пиво и напитки. - 2008. - № 2. - с. 42 - 45.;
18. Глэек Р. Чай. Пер. с нем. - М.: Ниола 21-й век, 2005, 190 с.